

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
th this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 1 年 7 月 2 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 1 - 2 2 2 5 8 4
Application Number:
ST. 10/C] : [J P 2 0 0 1 - 2 2 2 5 8 4]

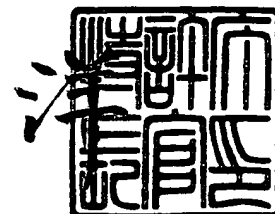
願 人 日 本 電 信 電 話 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 5 年 3 月 3 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH135475

【提出日】 平成13年 7月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 佐藤 昇男

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 重松 智志

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 森村 浩季

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 町田 克之

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 久良木 億

【特許出願人】

 【識別番号】 000004226

 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】**【識別番号】** 100064621**【弁理士】****【氏名又は名称】** 山川 政樹**【電話番号】** 03-3580-0961**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 006194**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9701512**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 表面形状認識用センサおよびこの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上に形成された層間絶縁膜の同一平面に各々が絶縁分離されかつ各々固定配置されたセンサ電極、このセンサ電極上に配置された電極絶縁膜、この電極絶縁膜上に所定の間隔をあけて配置された金属からなる変形可能な板状の可動電極から構成された複数の容量検出素子と、

前記センサ電極周囲に前記センサ電極とは絶縁分離されて配置され前記電極絶縁膜より高く形成されて前記可動電極を支持する支持部材とを備えたことを特徴とする表面形状認識用センサ。

【請求項 2】 請求項 1 記載の表面形状認識用センサにおいて、前記可動電極に形成された複数の開口部と、前記可動電極上に配置されて前記開口部を塞ぐように形成された保護膜とを備えたことを特徴とする表面形状認識用センサ。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の表面形状認識用センサにおいて、前記可動電極上に配置された突起状構造体を備えたことを特徴とする表面形状認識用センサ。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 いずれか 1 項に記載の表面形状認識用センサにおいて、

前記可動電極が弾性変形する範囲において最大の変形をしたときの前記可動電極中央部の移動量を A としたとき、前記可動電極と前記電極絶縁膜との間隔が前記 A 以下であることを特徴とする表面形状認識用センサ。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 3 いずれか 1 項に記載の表面形状認識用センサにおいて、

前記電極絶縁膜は、前記センサ電極と略同じ形状に形成され、かつ前記センサ電極上を覆うように配置されたものであることを特徴とする表面形状認識用センサ。

【請求項 6】 半導体基板上に層間絶縁膜を形成する工程と、前記層間絶縁膜上にセンサ電極を形成する工程と、

前記センサ電極周囲にこのセンサ電極とは絶縁分離されて配置された支持部材を形成する工程と、

前記センサ電極上において前記支持部材より低い状態に前記センサ電極を覆う第1の絶縁膜を形成する工程と、

前記第1の絶縁膜を選択的に除去して前記センサ電極上に電極絶縁膜を形成する工程と、

前記センサ電極と前記電極絶縁膜を覆いかつ前記支持部材が露出するように前記層間絶縁膜上に犠牲膜を形成する工程と、

前記犠牲膜および前記支持部材上に開口部を備えた可動電極を形成する工程と、

前記可動電極を形成した後で前記開口部を介して前記犠牲膜のみを選択的に除去する工程と、

前記犠牲膜を除去した後で、前記可動電極上に保護膜を形成する工程と、

前記保護膜上に前記センサ電極の上の領域に配置された突起状構造体を形成する工程と

を備えたことを特徴とする表面形状認識用センサの製造方法。

【請求項7】 半導体基板上に層間絶縁膜を形成する工程と、

前記層間絶縁膜上に金属膜を形成する工程と、

前記金属膜上に所定の領域に開口部を備えた第1のマスクパターンを形成する工程と、

前記第1のマスクパターンの開口部底部に露出した金属膜表面にメッキ法により第1の金属パターンを形成する工程と、

前記第1の金属パターン上にこの第1の金属パターンを覆うように第1の絶縁膜を形成する工程と、

前記第1のマスクパターンを除去して前記第1の金属パターン上に電極絶縁膜を形成する工程と、

前記電極絶縁膜を形成した後、前記第1の金属パターンの周囲に配置された開口部を備えた第2のマスクパターンを前記金属膜および前記電極絶縁膜上に形成する工程と、

前記第 2 のマスクパターンの開口部底部に露出した前記金属膜表面にメッキ法により第 2 の金属パターンを前記第 1 の金属パターンと前記電極絶縁膜との合計膜厚より厚く形成する工程と、

前記第 2 のマスクパターンを除去した後、前記第 1 の金属パターンおよび第 2 の金属パターンをマスクとして前記第 1 の金属膜をエッチング除去し、前記第 1 の金属膜および前記第 1 の金属パターンからなるセンサ電極と前記第 1 の金属膜および前記第 2 の金属パターンからなる支持部材とを形成する工程と、

前記センサ電極と前記電極絶縁膜を覆いかつ前記支持部材が露出するように前記層間絶縁膜上に犠牲膜を形成する工程と、

前記犠牲膜および前記支持部材上に、開口部を備えた可動電極を形成する工程と、

前記可動電極を形成した後で、前記開口部を介して前記犠牲膜のみを選択的に除去する工程と、

前記犠牲膜を除去した後で、前記可動電極上に保護膜を形成する工程と、

前記保護膜上に前記センサ電極の上の領域に配置された突起状構造体を形成する工程と

を備えたことを特徴とする表面形状認識用センサの製造方法。

【請求項 8】 半導体基板上に層間絶縁膜を形成する工程と、

前記層間絶縁膜上に金属膜を形成する工程と、

前記金属膜上に所定の領域に開口部を備えた第 1 のマスクパターンを形成する工程と、

前記第 1 のマスクパターンの開口部底部に露出した金属膜表面にメッキ法により第 1 の金属パターンを形成する工程と、

前記第 1 のマスクパターンを除去した後、前記第 1 の金属パターン上にこの第 1 の金属パターンを覆うように第 1 の絶縁膜を形成する工程と、

前記第 1 の絶縁膜を選択的に除去して前記第 1 の金属パターン上に電極絶縁膜を形成する工程と、

前記電極絶縁膜を形成した後、前記第 1 の金属パターンの周囲に配置された開口部を備えた第 2 のマスクパターンを前記金属膜および前記電極絶縁膜上に形成

する工程と、

前記第2のマスクパターンの開口部底部に露出した前記金属膜表面にメッキ法により第2の金属パターンを前記第1の金属パターンと前記電極絶縁膜との合計膜厚より厚く形成する工程と、

前記第2のマスクパターンを除去した後、前記第1の金属パターンおよび第2の金属パターンをマスクとして前記第1の金属膜をエッチング除去し、前記第1の金属膜および前記第1の金属パターンからなるセンサ電極と前記第1の金属膜および前記第2の金属パターンからなる支持部材とを形成する工程と、

前記センサ電極と前記電極絶縁膜を覆いかつ前記支持部材が露出するように前記層間絶縁膜上に犠牲膜を形成する工程と、

前記犠牲膜および前記支持部材上に、開口部を備えた可動電極を形成する工程と、

前記可動電極を形成した後で、前記開口部を介して前記犠牲膜のみを選択的に除去する工程と、

前記犠牲膜を除去した後で、前記可動電極上に保護膜を形成する工程と、

前記保護膜上に前記センサ電極の上の領域に配置された突起状構造体を形成する工程と

を備えたことを特徴とする表面形状認識用センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、人間の指紋や動物の鼻紋など微細な凹凸を有する表面形状を感知するために用いられる表面形状認識用センサおよびこの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

情報化社会の進展と現代社会の環境において、セキュリティ技術に対する関心が高まっている。例えば、情報化社会では、電子現金化などのシステム構築のための本人認証技術が、重要な鍵となっている。また、盗難やクレジットカードなどが不正に利用されることを防ぐための認証技術についても、研究開発が活発に

なっている（例えば、清水 良真 他、個人認証機能付き I C カードに関する一検討、信学技法、Technical report of IEICE OFS92-32,P25 30(1992)）。

【 0 0 0 3 】

認証方式は、指紋や音声など種々あるが、中でも、指紋認証技術については、これまで多くの技術開発がなされている。指紋を読み取る方式としては、レンズや照明などの光学系を備えた光学的な読み取り方式と、感圧シートなどを用いた圧力式、半導体基板上にセンサを配置した半導体式などがある。これらの中で、小型化が容易であり、汎用化が容易なのは、半導体式である。

【 0 0 0 4 】

半導体式として、「Marco Tartagni」等が、L S I 製造技術を用いて容量型の指紋センサを開発したものがある（Marco Tartagni and Robert Guerrieri, A 39 0 dpi Live Fingerprint Imager Based on Feedback Capacitive Sensing Scheme, 1997 IEEE International Solid-State Circuits Conference, p200 201(1997)）。この指紋センサは、小さな容量検出センサを L S I 上に 2 次元に配列したセンサチップにより、帰還静電容量方式を利用して皮膚の凹凸パターンを検出する方式である。

【 0 0 0 5 】

この静電容量検出センサについて、図 1 2 の断面図を用いて説明する。このセンサは、半導体基板 1 2 0 1 上に、層間絶縁膜 1 2 0 2 を介して形成されたセンサ電極 1 2 0 3 と、この上を覆うパッシベーション膜 1 2 0 4 とから構成されている。なお、図 1 2 には示していないが、層間絶縁膜 1 2 0 2 下の半導体基板 1 2 0 1 上には、例えば複数の MOS トランジスタなどや配線構造を備えた集積回路である検出回路が形成されている。

【 0 0 0 6 】

このセンサチップでは、指紋検出対象の指がパッシベーション膜 1 2 0 4 に接触すると、センサ電極 1 2 0 3 と指の皮膚が電極として働くことで静電容量を形成する。この静電容量を、センサ電極 1 2 0 3 に接続する図示していない配線を介し、上記検出回路により検出する。しかし、静電容量型の指紋センサは、皮膚が電極となっているため、指先に発生した静電気により、センサチップに内蔵さ

れている集積回路が静電破壊されるという問題があった。

【0007】

これに対し、上述した静電容量型指紋センサの静電破壊を防止するために、図 13 のような断面構造の静電容量検出センサを備えた表面形状認識用センサが提案されている。図 13 のセンサについて説明すると、半導体基板 1301 上に、層間絶縁膜 1302 を介して形成されたセンサ電極 1303 と、このセンサ電極 1303 と所定の間隔をあけて配置された変形可能な板状の可動電極 1304 と、センサ電極 1303 の周囲にセンサ電極 1303 とは絶縁分離されて配置され、可動電極 1304 を支持する支持部材 1305 とを備えている。

【0008】

このように構成されたセンサでは、指紋検出対象の指が可動電極 1304 に接触すると、指からの圧力が可動電極 1304 をセンサ電極 1303 側に撓ませ、センサ電極 1303 と可動電極 1304 間に形成されていた静電容量を変化させる。この静電容量の変化を、センサ電極 1303 に接続する図示していない配線を介し、半導体基板 1301 上のやはり図示していない検出回路によって検出する。この表面形状認識用センサにおいては、導電性を有する支持部材 1305 を介して可動電極 1304 を接地しておけば、指先に発生した静電気は、可動電極 1304 へ放電したとしても支持部材 1305 を介してアースに流れる。このため、センサ電極 1303 下に内蔵されている検出回路が、静電破壊から守られるようになる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の表面形状認識用センサでは、指などの表面形状認識対象からの圧力が過大な場合、可動電極 1304 が撓みすぎてセンサ電極 1303 に接触し、回路的にショートするという問題があった。

【0010】

本発明は、以上のような問題点を解消するためになされたものであり、安定性、感度、信頼性を考慮した表面形状認識用センサを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の一形態における表面形状認識用センサは、半導体基板上に形成された層間絶縁膜の同一平面に各々が絶縁分離されかつ各々固定配置されたセンサ電極、このセンサ電極上に配置された電極絶縁膜、この電極絶縁膜上に所定の間隔をあけて配置された金属からなる変形可能な板状の可動電極から構成された複数の容量検出素子と、センサ電極周囲にセンサ電極とは絶縁分離されて配置され電極絶縁膜より高く形成されて可動電極を支持する支持部材とを備えたものである。

この表面形状認識用センサによれば、可動電極とセンサ電極との間に、空間と電極絶縁膜とが存在する。

【0 0 1 2】

上記表面形状認識用センサにおいて、可動電極が複数の開口部を備えた場合は、可動電極上に配置されて開口部を塞ぐように形成された保護膜を備えるようにすればよい。また、可動電極上に配置された突起状構造体を備えるようにしてもよい。

上記表面形状認識用センサにおいて、可動電極が弾性変形する範囲において最大の変形をしたときの可動電極中央部の移動量をAとしたとき、可動電極と電極絶縁膜との間隔は、A以下とすることができる。

また、上記表面形状認識用センサにおいて、電極絶縁膜は、センサ電極と略同じ形状に形成されかつセンサ電極上を覆うように配置されていればよい。

【0 0 1 3】

本発明の一形態における表面形状認識用センサの製造方法は、半導体基板上に層間絶縁膜を形成する工程と、層間絶縁膜上にセンサ電極を形成する工程と、センサ電極周囲にこのセンサ電極とは絶縁分離されて配置された支持部材を形成する工程と、センサ電極上において支持部材より低い状態にセンサ電極を覆う第1の絶縁膜を形成する工程と、第1の絶縁膜を選択的に除去してセンサ電極上に電極絶縁膜を形成する工程と、センサ電極と電極絶縁膜を覆いかつ支持部材が露出するように層間絶縁膜上に犠牲膜を形成する工程と、犠牲膜および支持部材上に開口部を備えた可動電極を形成する工程と、可動電極を形成した後で開口部を介して犠牲膜のみを選択的に除去する工程と、犠牲膜を除去した後で、可動電極上

に保護膜を形成する工程と、保護膜上にセンサ電極の上の領域に配置された突起状構造体を形成する工程とを備えたものである。

この製造方法によれば、可動電極とセンサ電極との間に、空間と電極絶縁膜とが存在した状態となる。

【0014】

本発明の他の形態における表面形状認識用センサの製造方法は、半導体基板上に層間絶縁膜を形成する工程と、層間絶縁膜上に金属膜を形成する工程と、金属膜上に所定の領域に開口部を備えた第1のマスクパターンを形成する工程と、第1のマスクパターンの開口部底部に露出した金属膜表面にメッキ法により第1の金属パターンを形成する工程と、第1の金属パターン上にこの第1の金属パターンを覆うように第1の絶縁膜を形成する工程と、第1のマスクパターンを除去して第1の金属パターン上に電極絶縁膜を形成する工程と、電極絶縁膜を形成した後、第1の金属パターンの周囲に配置された開口部を備えた第2のマスクパターンを金属膜および電極絶縁膜上に形成する工程と、第2のマスクパターンの開口部底部に露出した金属膜表面にメッキ法により第2の金属パターンを第1の金属パターンと電極絶縁膜との合計膜厚より厚く形成する工程と、第2のマスクパターンを除去した後、第1の金属パターンおよび第2の金属パターンをマスクとして第1の金属膜をエッチング除去し、第1の金属膜および第1の金属パターンからなるセンサ電極と第1の金属膜および第2の金属パターンからなる支持部材とを形成する工程と、センサ電極と電極絶縁膜を覆いかつ支持部材が露出するように層間絶縁膜上に犠牲膜を形成する工程と、犠牲膜および支持部材上に、開口部を備えた可動電極を形成する工程と、可動電極を形成した後で、開口部を介して犠牲膜のみを選択的に除去する工程と、犠牲膜を除去した後で、可動電極上に保護膜を形成する工程と、保護膜上にセンサ電極の上の領域に配置された突起状構造体を形成する工程とを備えたものである。

この製造方法によれば、可動電極とセンサ電極との間に、空間と電極絶縁膜とが存在した状態となる。

【0015】

本発明の他の形態における表面形状認識用センサの製造方法は、半導体基板上

に層間絶縁膜を形成する工程と、層間絶縁膜上に金属膜を形成する工程と、金属膜上に所定の領域に開口部を備えた第1のマスクパターンを形成する工程と、第1のマスクパターンの開口部底部に露出した金属膜表面にメッキ法により第1の金属パターンを形成する工程と、第1のマスクパターンを除去した後、第1の金属パターン上にこの第1の金属パターンを覆うように第1の絶縁膜を形成する工程と、第1の絶縁膜を選択的に除去して第1の金属パターン上に電極絶縁膜を形成する工程と、電極絶縁膜を形成した後、第1の金属パターンの周囲に配置された開口部を備えた第2のマスクパターンを金属膜および電極絶縁膜上に形成する工程と、第2のマスクパターンの開口部底部に露出した金属膜表面にメッキ法により第2の金属パターンを第1の金属パターンと電極絶縁膜との合計膜厚より厚く形成する工程と、第2のマスクパターンを除去した後、第1の金属パターンおよび第2の金属パターンをマスクとして第1の金属膜をエッチング除去し、第1の金属膜および第1の金属パターンからなるセンサ電極と第1の金属膜および第2の金属パターンからなる支持部材とを形成する工程と、センサ電極と電極絶縁膜を覆いかつ支持部材が露出するように層間絶縁膜上に犠牲膜を形成する工程と、犠牲膜および支持部材上に、開口部を備えた可動電極を形成する工程と、可動電極を形成した後で、開口部を介して犠牲膜のみを選択的に除去する工程と、犠牲膜を除去した後で、可動電極上に保護膜を形成する工程と、保護膜上にセンサ電極の上の領域に配置された突起状構造体を形成する工程とを備えたものである。

この製造方法によれば、可動電極とセンサ電極との間に、空間と電極絶縁膜とが存在した状態となる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

<実施の形態1>

はじめに、本発明の第1の実施の形態における表面形状認識用センサの製造方法例について説明する。図1は、本実施に形態における表面形状認識用センサの製造方法を説明する工程図である。まず、図1(a)に示すように、シリコンな

どの半導体材料からなる基板 101 上に、層間絶縁膜 101a を形成する。層間絶縁膜 101a 下の基板 101 上には、図示していないが、検出回路などの他の集積回路が形成され、複数の配線からなる配線構造を備えている。層間絶縁膜 101a を形成した後、蒸着法により膜厚 $0.1\ \mu\text{m}$ のチタン膜と膜厚 $0.1\ \mu\text{m}$ の金膜との 2 層膜からなるシード層 102 を形成する。

【0017】

つぎに、図 1 (b) に示すように、シード層 102 上に開口部 103a を備えた膜厚 $5\ \mu\text{m}$ 程度のレジストパターン 103 を形成する。レジストパターン 103 は、例えば、公知のフォトリソグラフィ技術により形成すればよい。レジストパターン 103 を形成したら、開口部 103a に露出しているシード層 102 上に、電解メッキにより金のメッキ膜からなる金属パターン 104 を膜厚 $1\ \mu\text{m}$ 程度に形成する。

【0018】

つぎに、図 1 (c) に示すように、レジストパターン 103 を除去する。この後、図 1 (d) に示すように、新たに開口部 105a を備えた膜厚 $5\ \mu\text{m}$ 程度のレジストパターン 105 を形成する。このときレジストパターン 105 により金属パターン 104 を覆うようにする。レジストパターン 105 を形成したら、開口部 105a に露出しているシード層 102 上に、電解メッキにより金のメッキ膜からなる金属パターン 106 を、膜厚 $3\ \mu\text{m}$ 程度に形成する。この後、図 1 (e) に示すように、レジストパターン 105 を除去する。

【0019】

次いで、金属パターン 104 および金属パターン 106 をマスクとして、シード層 102 を選択的にエッチング除去する。このエッチングでは、まず、ヨウ素，ヨウ化アンモニウム，水，エタノールからなるエッチング液を用いて、シード層 102 上層の金を選択的に除去する。次いで、HF 系のエッチング液を用い、シード層 102 下層のチタンを選択的に除去する。この結果、図 1 (f) に示すように、基板 101 上に、上層が金からなるセンサ電極 104a と、センサ電極 104a とは絶縁分離された支持部材 106a とが形成される。

【0020】

支持部材 106a は、後述する可動電極を支持するものであり、例えば、図 1 (g) に示すように、格子状に形成されたものである。支持部材 106a で囲まれた領域の中心部には、センサ電極 104a が配置されている。なお、支持部材 106a の形状は格子状に限るものではなく、四角柱をセンサ電極 104a の周辺に複数配置したものとしても良い。

【0021】

つぎに、図 2 (a) に示すように、シリコン酸化膜からなる絶縁膜 107 を $0.1\ \mu\text{m}$ の厚さで ECR (Electron Cyclotron Resonance) プラズマ CVD (Chemical Vapor Deposition) 法によって形成する。ソースガスとして SiH_4 および O_2 ガスを用い、各ガス流量を $10\ \text{sccm}$, $20\ \text{sccm}$ とし、マイクロ波パワーを $200\ \text{W}$ としてシリコン酸化膜を形成した。なお、絶縁膜 107 は、シリコン酸化膜に限らず、シリコン窒化膜などの他の絶縁材料であってもよい。

【0022】

つぎに、図 2 (b) に示すように、絶縁膜 107 上のセンサ電極 104a 上部領域に、センサ電極 104a を全て覆うように膜厚 $1\ \mu\text{m}$ 程度のレジストパターン 108 を形成する。レジストパターン 108 は、公知のフォトリソグラフィ技術により形成すればよい。この後、レジストパターン 108 をマスクとして、絶縁膜 107 を選択的にエッチングする。このエッチングでは、 CHF_3 ガスと O_2 ガスとをエッチングガスとして用いたドライエッチングにより行い、各ガス流量を各々 $30\ \text{sccm}$ と $5\ \text{sccm}$ とし、マイクロ波パワーを $300\ \text{W}$ とした。この結果、図 2 (c) に示すように、センサ電極 104a を覆う電極絶縁膜 107a が形成される。

【0023】

つぎに、図 2 (d) に示すように、センサ電極 104a、電極絶縁膜 107a、支持部材 106a を覆うように、基板 101 上に感光性を有する樹脂膜 109 を、回転塗布により形成する。形成した樹脂膜 109 には、 $120^\circ\text{C} \cdot 4$ 分間程度の加熱処理を加える。

つぎに、図 2 (e) に示すように、公知のフォトリソグラフィ技術により支持部材 106a 上部の領域を露光し、引き続いて現像処理を行うことで、支持部材

106aの上部に開口部109aを形成する。この後、310℃で1時間程度の加熱処理を施し、樹脂膜109を熱硬化させる。

【0024】

つぎに、硬化させた樹脂膜109を化学的機械的研磨によりエッチバックし、図2(f)に示すように、表面が平坦化された犠牲膜109bとする。この段階で、支持部材106aと犠牲膜109b表面とは同一の平面をなし、支持部材106a表面は露出した状態となる。次いで、平坦化した犠牲膜109b上に、蒸着法により膜厚0.1μmのチタン膜と膜厚0.1μmの金膜との2層膜からなるシード層110を形成する(図3(a))。

【0025】

シード層110を形成したら、図3(b)に示すように、シード層110上に膜厚3.0μm程度のレジストパターン111を島状に形成し、レジストパターン111のない領域に露出しているシード層110上に、電解メッキ法により金のメッキ膜からなる金属膜112を1.0μmの厚さに形成する。

【0026】

次いで、レジストパターン111を除去し、形成された金属膜112をマスクとしてシード層110を選択的にエッチングする。このエッチングでは、まず、ヨウ素、ヨウ化アンモニウム、水、エタノールからなるエッチング液を用いて、シード層110上層の金を選択的に除去する。次いで、HF系のエッチング液を用い、シード層110下層のチタンを選択的に除去する。この結果、図3(c)に示すように、複数の開口部113aを備え、金属膜112とエッチングされたシード層110aとからなる可動電極113が形成される。

【0027】

つぎに、可動電極113まで形成した基板101を、酸素ガスを主としたプラズマ中に曝し、開口部113aを介してプラズマにより生成されたエッチング種を犠牲膜109bに接触させ、犠牲膜109bを除去する。この結果、図3(d)に示すように、可動電極113が支持部材106aに支えられた状態で、可動電極113下には空間が形成され、可動電極113とセンサ電極104aが、空間で離間され電極絶縁膜107aを挟んだ状態で対向する構造が形成される。

【0028】

つぎに、図3 (e) に示すように、可動電極113の開口部を封止するなどのために、絶縁材料からなる保護膜114を形成する。保護膜114は、STP (Spin Coating Film Transfer and Hot-pressing) 法を用いて形成した。STP法とは、予めフィルム上に絶縁体を塗布形成し、このフィルム上の絶縁体を真空中で可動電極113の表面に加熱加圧により接着させ、続いてフィルムを剥離することにより、保護膜114を可動電極113表面に転写する方法である。

【0029】

この後、図3 (f) に示すように、公知のフォトリソグラフィ技術により、可動電極113上に突起状構造体115を形成した。突起状構造体115の形成について説明すると、まず、保護膜114上に感光性樹脂膜を膜厚10 μ m程度の塗布形成する。次いで、突起状構造体となる領域以外の部分を露光して現像液に可溶とし、これを現像処理してから310℃で1時間程度の熱処理を施して熱硬化させ、突起状構造体115とする。

【0030】

以上の工程を経て、図3 (f) に示すように、表面形状認識用センサ100が作製される。この結果、図3 (f) に示したように、本実施の形態の表面形状認識用センサ100によれば、センサ電極104a上に電極絶縁膜107aを設けるようにしたので、可動電極113が大きく下方に撓んだとしても、可動電極113の下部がセンサ電極104aに電氣的に接触することが無くなる。

【0031】

また、従来では、センサ電極104aと可動電極113との接触を避けるために、これらの間隔を必要以上にあけるようにする場合もあり、形成される静電容量が小さくなり感度が低下する、という問題があったが、本実施の形態によれば、センサ電極と可動電極との間隔を狭くできるので、感度の低下を招くことがない。さらに、従来のように間隔を広げた状態で、可動電極113に対して過大な圧力がかかると、可動電極113が塑性変形してしまい元の状態に戻らない場合があったが、本実施の形態によれば、このような問題も抑制できるようになる。

【0032】

ところで、上記実施の形態では、可動電極に複数の開口部を設けるようにしたがこれに限るものではない。例えば、支持部材をセンサ電極周囲に配置された柱による構造として不連続な構造体とすれば、可動電極に開口部を備えなくても、側方から犠牲膜を除去することが可能となる。また、犠牲膜を用いることなく可動電極を支持部材上に形成すれば、除去すべき対象が存在しないので、可動電極に開口部を設ける必要はない。

【0033】

<実施の形態2>

つぎに、本発明の他の形態における製造方法例について説明する。

まず、上述した実施の形態と同様にし、図4（a）に示すように、シード層102上に開口部103aを備えた膜厚5 μ m程度のレジストパターン103を形成する。レジストパターン103を形成したら、開口部103aに露出しているシード層102上に、電解メッキにより金のメッキ膜からなる金属パターン104を膜厚1 μ m程度に形成する。

【0034】

本実施の形態では、この後、レジストパターン103を除去せずに、ECRプラズマCVD法を用い、シリコン酸化膜からなる絶縁膜120を0.3 μ m程度の膜厚で形成する（図4（b））。ここでも、ソースガスとしてSiH₄、O₂ガスを用い、各ソースガスの流量を10sccm、20sccmとし、マイクロ波パワーを200Wとしてシリコン酸化膜を形成した。

【0035】

つぎに、レジストパターン103を除去する。この際、絶縁膜120でレジストパターン103に接する部分はリフトオフにより除去される。この結果、金属パターン104上の絶縁膜120aだけが残る（図4（c））。この後、図1（d）と同じように、レジストパターン105を形成し、電解メッキにより金のメッキ膜からなる金属パターン106を形成する（図4（d））。この後、レジストパターン105は、除去する（図4（e））。

【0036】

次いで、形成された金属パターン106をマスクとしてシード層102を選択

的にエッチングする。このエッチングでは、まず、ヨウ素、ヨウ化アンモニウム、水、エタノールからなるエッチング液を用いて、シード層 102 上層の金を選択的に除去する。次いで、HF 系のエッチング液を用い、シード層 102 下層のチタンを選択的に除去する。この際、HF 系のエッチング液によって絶縁膜 120a もエッチングされる。しかし、絶縁膜 120a の膜厚は $0.3\ \mu\text{m}$ であり、 $0.1\ \mu\text{m}$ のチタン膜がエッチングされる間に、絶縁膜 120a の全ては除去されることはなく、以降に示す電極絶縁膜 120b として残る。

【0037】

この結果、図 4 (f) に示すように、基板 101 上に、上層が金からなるセンサ電極 104a と、この上の電極絶縁膜 120b と、このセンサ電極 104a と電極絶縁膜 120b とから絶縁分離された支持部材 106a とが形成される。

図 4 (f) は図 2 (c) の状態に対応し、この後は、図 2 (d) 以降と同じ工程を経ることで、図 3 (f) に示すような表面形状認識用センサ 100 が形成される。

なお、本実施の形態において、絶縁膜 120 としてシリコン酸化膜を例にとったが、金とチタンと犠牲膜のエッチングの際にエッチングされないか、あるいは、少量のエッチング量で済むものであれば、シリコン窒化膜などの他の絶縁体を用いるようにしても良い。

【0038】

<実施の形態 3>

つぎに、本発明の他の形態における製造方法例について説明する。

まず、上述した実施の形態と同様にし、図 5 (a) に示すように、シード層 102 上に開口部 103a を備えた膜厚 $5\ \mu\text{m}$ 程度のレジストパターン 103 を形成する。レジストパターン 103 を形成したら、開口部 103a に露出しているシード層 102 上に、電解メッキにより金のメッキ膜からなる金属パターン 104 を膜厚 $1\ \mu\text{m}$ 程度に形成する。

【0039】

次いで、本実施の形態では、レジストパターン 103 を除去し、この後、金属パターン 104 を覆ってシード層 102 上に、シリコン酸化膜からなる絶縁膜 1

3 0 を $0.1 \mu\text{m}$ の厚さに形成する。絶縁膜 1 3 0 は、図 2 に示した絶縁膜 1 0 7 と同様に形成すればよい。

つぎに、図 5 (c) に示すように、絶縁膜 1 3 0 の上部領域でかつ金属パターン 1 0 4 上に、膜厚 $1.0 \mu\text{m}$ のレジストパターン 1 3 1 を公知のフォトリソグラフィ技術によって形成する。

【0 0 4 0】

レジストパターン 1 3 1 を形成したら、これをマスクとし、絶縁膜 1 3 0 を選択的にエッチング除去する (図 5 (d))。このドライエッチングでは、エッチングガスとして CHF_3 と O_2 を用い、これらガスの流量を各々 3 0 sccm と 5 sccm とし、マイクロ波パワーを 3 0 0 W とした。

この後、レジストパターン 1 3 1 を除去すれば、図 5 (e) に示すように、金属パターン 1 0 4 上にシリコン酸化膜からなる電極絶縁膜 1 3 0 a が形成される。

【0 0 4 1】

この後、図 1 (d) と同じように、レジストパターン形成と電解メッキ法により金のメッキ膜からなる金属パターン 1 0 6 を形成し (図 5 (f))、レジストパターンを除去する (図 5 (g))。図 5 (g) は図 2 (c) の状態に対応し、この後は、図 2 (d) 以降と同じ工程を経ることで、図 3 (f) に示す表面形状認識用センサ 1 0 0 が形成できる。なお、絶縁膜 1 3 0 も、金とチタンと犠牲膜のエッチングに際にエッチングされないか、あるいは、少量のエッチング量で済むものであれば、シリコン窒化膜などの他の絶縁体を用いるようにしても良い。

【0 0 4 2】

つぎに、以上の実施の形態で作製工程を示した表面形状認識用センサの動作について説明する。図 6 に、表面形状認識用センサ 1 0 0 の動作原理を示す。表面形状認識用センサ 1 0 0 が 2 次元配列したセンサチップに、表面形状認識対象とする指などの物体を押し付ける。このとき、凹凸を備えた物体の凹の部分は表面形状認識用センサ 1 0 0 には接触しない (図 6 (a))。一方、上記物体の凸の部分は、表面形状認識用センサ 1 0 0 の上部に接触し、突起状構造体 1 1 5 に圧力を加える (図 6 (b))。このときの圧力の大小に応じて、可動電極 1 1 3

が撓む。

【0043】

可動電極 113 が撓むと、可動電極 113 とセンサ電極 104 a の間に形成されていた静電容量が増加する。この静電容量の増加分を、図示していない基板 101 上の集積回路によって検出する。さらに、静電容量変化の大小を濃淡データに変換して、表面形状を検出する。

このように動作する中で、外部から大きな圧力が加わったとき、可動電極 113 がセンサ電極 104 a に向けて撓むが、本実施の形態によれば、電極絶縁膜 107 a を備えていることで、可動電極 113 とセンサ電極 104 a が接触することが避けられる。

【0044】

従って、接触による可動電極 113 とセンサ電極 104 a のショートが回避され、かつ、可動電極 113 とセンサ電極 104 a の金属面の密着が防止できる。

さらに、電極絶縁膜 107 a は誘電体であるので、可動電極 113 とセンサ電極 104 a 間に形成される静電容量変化を増大させることができる。また、電極絶縁膜 107 a を適切な厚さに設定し、可動電極 113 の可動深さに上限を与えることで、変形に伴う可動電極 113 の機械的な疲労および破壊を防ぐことができる。

【0045】

以上のような利点を実現するための、電極絶縁膜の設計法についてつぎに説明する。簡単のため、図 7 (a) に示すように、可動電極 113 の撓む方向を正に、圧力がかかっていないときの可動電極 113 の中心を原点として、軸を設定する。また、電極絶縁膜 107 a の厚さを t とし、可動電極 113 と電極絶縁膜 107 a との間隔を $d - t$ とする。また、図 7 (b) に示すように、外部からの圧力によって可動電極 113 が撓むときの位置を x とする。

【0046】

まず、図 8 (a), (b), (c) に示すように、可動電極 113 の可動可能な深さ $d - t$ を一定として、電極絶縁膜 107 a の膜厚が異なる場合を考える。この状態で、可動電極 113 を $x = 0$ から $x = d - t$ の位置まで移動させたとき

の静電容量の変化を図 8 (d) に示す。この図から分かるように、電極絶縁膜 107a の膜厚が薄いほど、静電容量のダイナミックレンジは広い。

【0047】

つぎに、図 9 (a), (b), (c) に示すように、電極絶縁膜 107a の膜厚を一定として、可動電極 113 の可動可能な深さを変えた場合 ($d_1 - t < d_2 - t < d_3 - t$) を考える。この状態で、可動電極 113 を $x = 0$ から可能な値まで移動させたときの静電容量の変化を図 9 (d) に示す。

ところで、センサとして働くために、可動電極は、圧力が加わったときはこの圧力によって変形し、圧力がないときは元の変形の無い状態に戻る必要がある。ある値以下の変形量であれば元の状態に戻る弾性変形の範囲内だが、ある値を超えると元の状態に戻らない塑性変形の範囲になってしまう閾値が、可動電極には存在する。

【0048】

図 9 において、上記弾性変形と塑性変形との閾値となる可動電極の移動量を $d_2 - t$ とすると、 $0 \leq x \leq d_2 - t$ のときは弾性変形をし、 $d_2 - t \leq x$ のときは塑性変形をすることになる。従って、可動電極 113 と電極絶縁膜 107a 間の距離が大きくあいている $d = d_3$ のような場合でも、センサとして可動を許容できる範囲は $0 \leq x \leq d_2 - t$ である。このような理由から、図 9 (d) において静電容量のダイナミックレンジを見ると、最も広いのは $d = d_2$ のときであることが分かる。すなわち、可動電極が弾性変形の範囲内で最大変形できる場合が、最もダイナミックレンジが大きい。

【0049】

つぎに、電極絶縁膜 107a の膜厚と可動電極 113 の可動可能な深さを一定とし、電極絶縁膜の誘電率 ϵ を変化させたときについて説明する。図 10 (a), (b), (c) に示すように、 $\epsilon_3 < \epsilon_2 < \epsilon_1$ と各々異なる誘電率の電極絶縁膜を用いた場合、これに対応した静電容量のダイナミックレンジは図 10 (d) に示すようになる。つまり、電極絶縁膜の誘電率が大きいほど、センサにおける静電容量のダイナミックレンジは広い。

【0050】

つぎに、電極絶縁膜 1 0 7 a の形状について説明する。センサ電極 1 0 4 a と電極絶縁膜 1 0 7 a は、ともに正方形とし、これらの中心を原点として、図 1 1 (a) に示すように軸を設定する。図 1 1 (a) のセンサ電極 1 0 4 a と電極絶縁膜 1 0 7 a の部分を上から見た状態を図 1 1 (b) に示す。センサ電極 1 0 4 a を一辺 b の正方形とし、電極絶縁膜 1 0 7 a を一辺 a の正方形とする。

【0 0 5 1】

このような構成としたとき、 a を $y = 0$ から大きくしていったときの、センサ電極 1 0 4 a と可動電極 1 1 3 の間に形成されている静電容量を図 7 (c) に示す。 $0 \leq a \leq b$ なる $a = a_1$ での静電容量は、 $a = b$ での静電容量より小さい。 $a > b$ となる $a = a_2$ での静電容量は、 $a = b$ での静電容量に等しい。しかし、 $a > b$ の領域では、センサ電極 1 0 4 a と支持部材 1 0 6 a 間の静電容量が増えてしまうので好ましくない。

【0 0 5 2】

以上の理由から、電極絶縁膜 1 0 7 a は、センサ電極 1 0 4 a を過不足なく覆うように形成する。実際の工程では、完全に合同な形状にするには難しいので、 $1 \mu\text{m}$ 程度のマージンは考慮するものとする。図 1 1 では、センサ電極 1 0 4 a の形状として正方形を仮定したが、正方形でなくとも以上の事実が適用できるのはいうまでもない。

【0 0 5 3】

以上説明したことをまとめると、外部の凹凸の差を増幅して感度よく検出するためには、静電容量のダイナミックレンジが広い方がよく、このためには、電極絶縁膜 1 0 7 a の膜厚をできるだけ薄く形成し、この形状はセンサ電極 1 0 4 a と合同な形状にし、可動電極 1 1 3 が弾性変形の限界を超えないような位置に電極絶縁膜 1 0 7 a の表面を形成すればよい。

【0 0 5 4】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、可動電極とセンサ電極との間に、空間と電極絶縁膜とが存在した状態となるので、可動電極が下方に撓んでもセンサ電極と電氣的に接触することが無くなるので、回路的にショートすることもない。

り、安定性、感度、信頼性を考慮した表面形状認識用センサを提供できるという優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態における表面形状認識用センサの製造方法例を示す工程図である。

【図 2】 図 1 に続く、表面形状認識用センサの製造方法例を示す工程図である。

【図 3】 図 2 に続く、表面形状認識用センサの製造方法例を示す工程図である。

【図 4】 本発明の他の形態における表面形状認識用センサの製造方法例を示す工程図である。

【図 5】 本発明の他の形態における表面形状認識用センサの製造方法例を示す工程図である。

【図 6】 本発明の実施の形態における表面形状認識用センサの動作例を説明するための模式的な断面図である。

【図 7】 本発明の実施の形態における表面形状認識用センサの動作例を説明するための模式的な断面図である。

【図 8】 本発明の実施の形態における表面形状認識用センサの動作例を説明するための模式的な断面図 (a), (b), (c) と、特性図 (d) である。

【図 9】 本発明の実施の形態における表面形状認識用センサの動作例を説明するための模式的な断面図 (a), (b), (c) と、特性図 (d) である。

【図 1 0】 本発明の実施の形態における表面形状認識用センサの動作例を説明するための模式的な断面図 (a), (b), (c) と、特性図 (d) である。

【図 1 1】 本発明の実施の形態における表面形状認識用センサの動作例を説明するための模式的な断面図 (a), 平面図 (b) と、特性図 (c) である。

【図 1 2】 従来よりある表面形状認識用センサの構成を示す模式的な断面図である。

【図 1 3】 従来よりある表面形状認識用センサの構成を示す模式的な断面

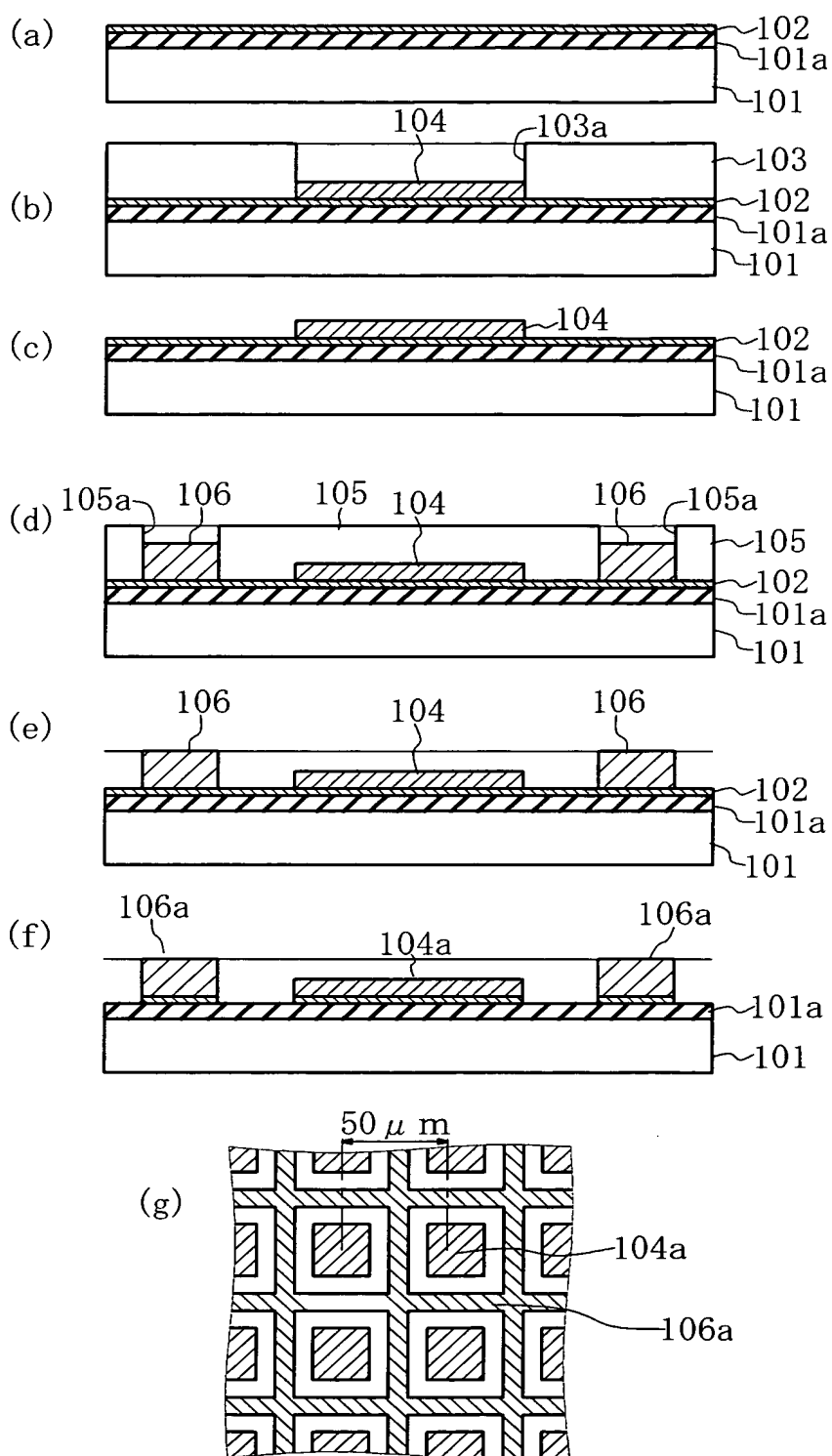
図である。

【符号の説明】

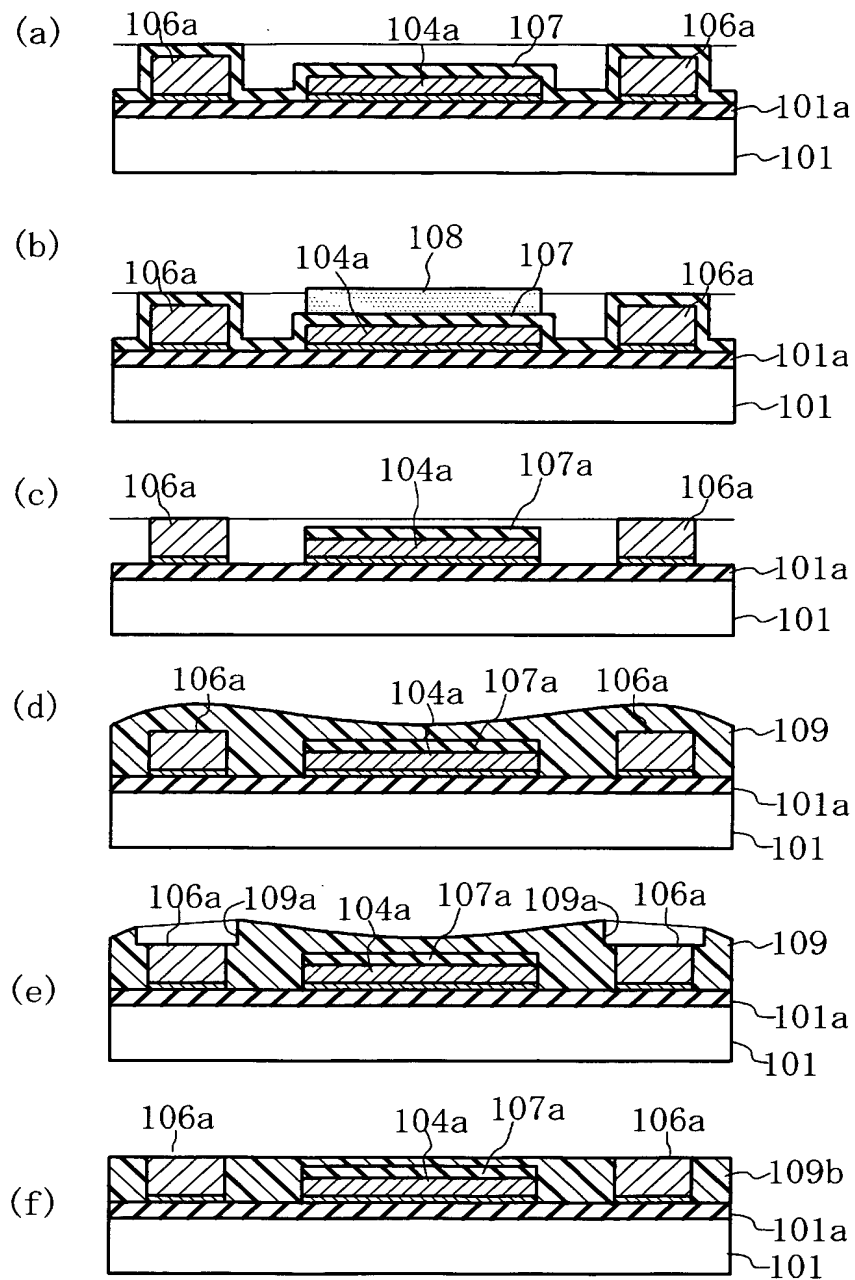
101…基板、101a…層間絶縁膜、102…シード層、103, 105…レジストパターン、103a, 105a…開口部、104, 106…金属パターン、104a…センサ電極、106a…支持部材、107…絶縁膜、107a…電極絶縁膜、108…レジストパターン、109…樹脂膜、109a…開口部、109b…犠牲膜、110, 110a…シード層、111…レジストパターン、112…金属膜、113…可動電極、113a…開口部、114…保護膜、115…突起状構造体。

【書類名】 図面

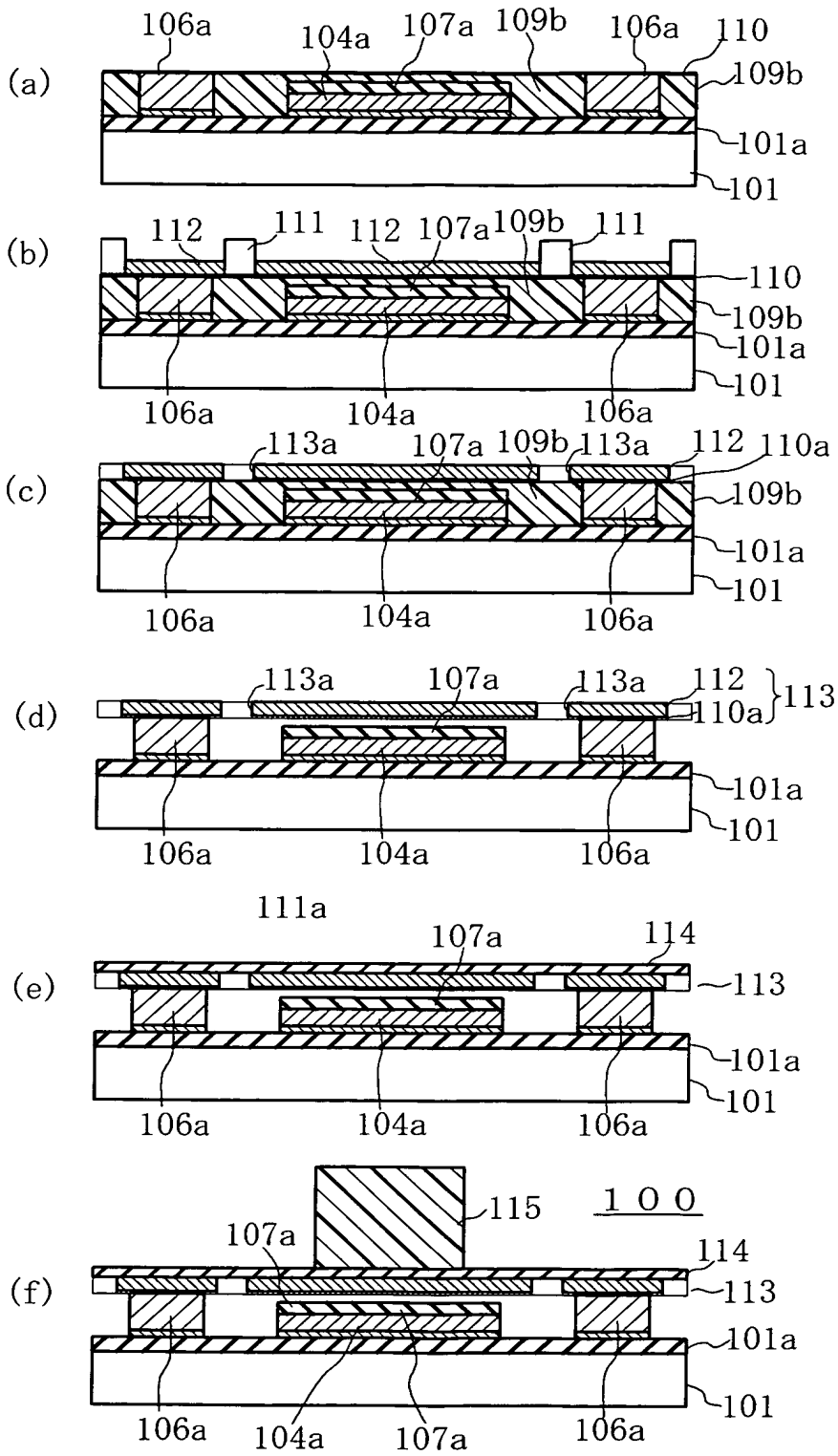
【図 1】



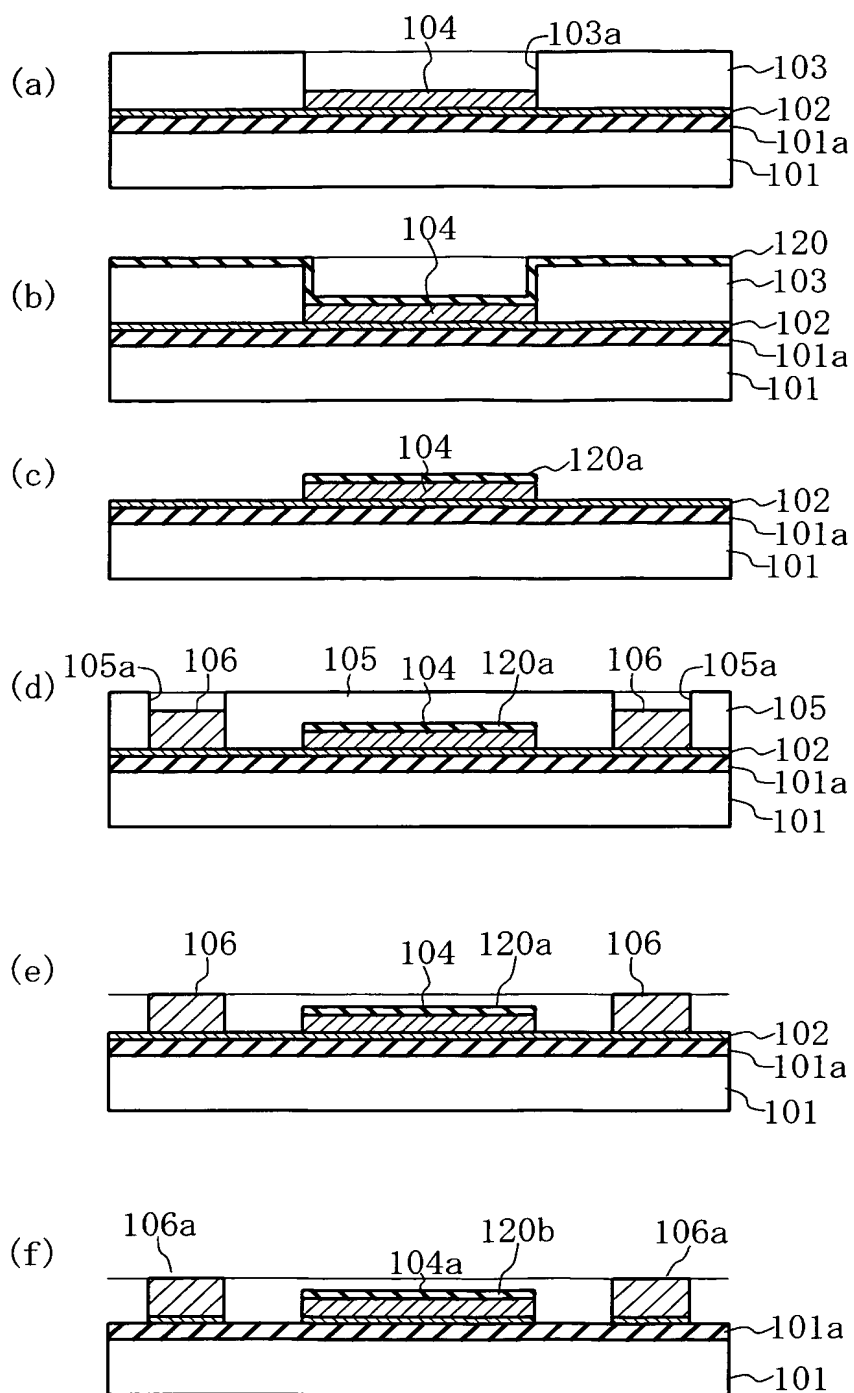
【図 2】



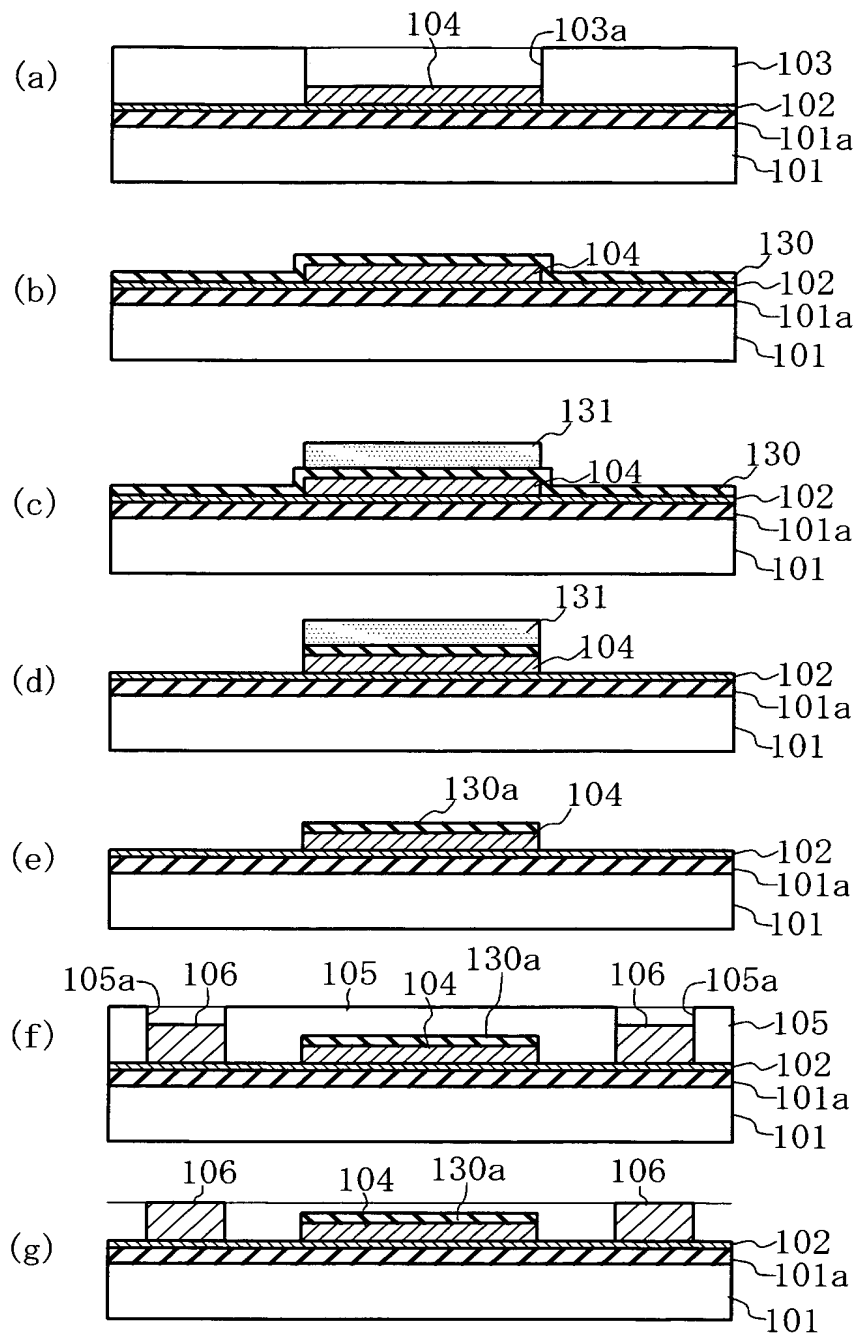
【図 3】



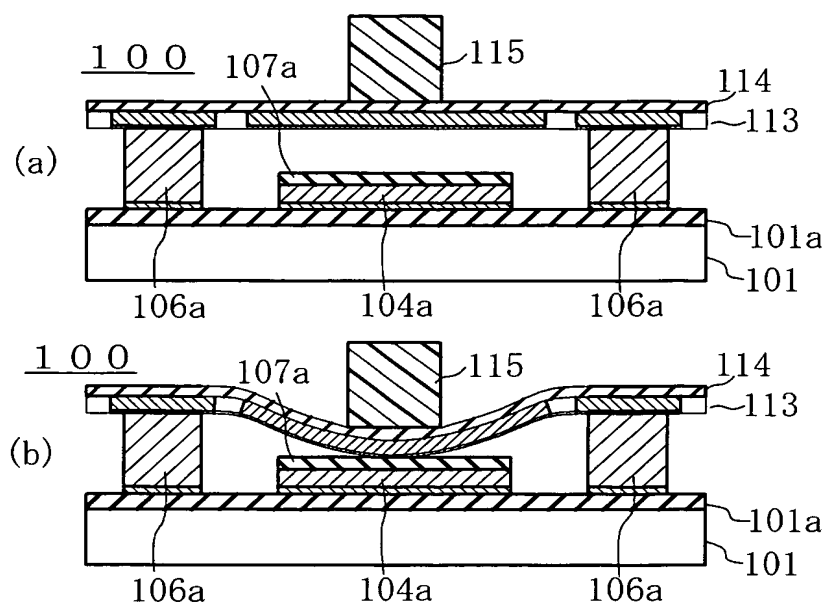
【図 4】



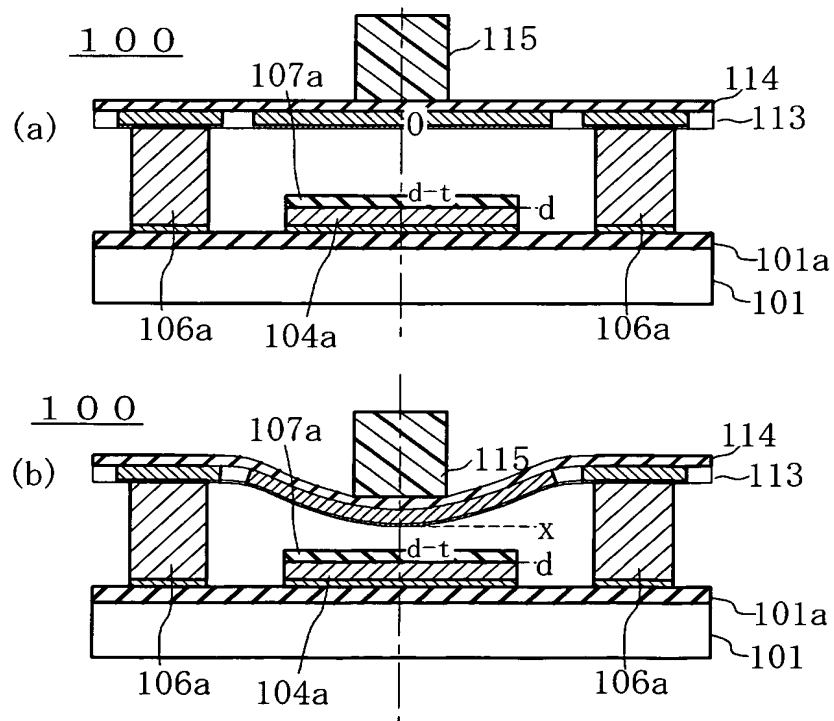
【図 5】



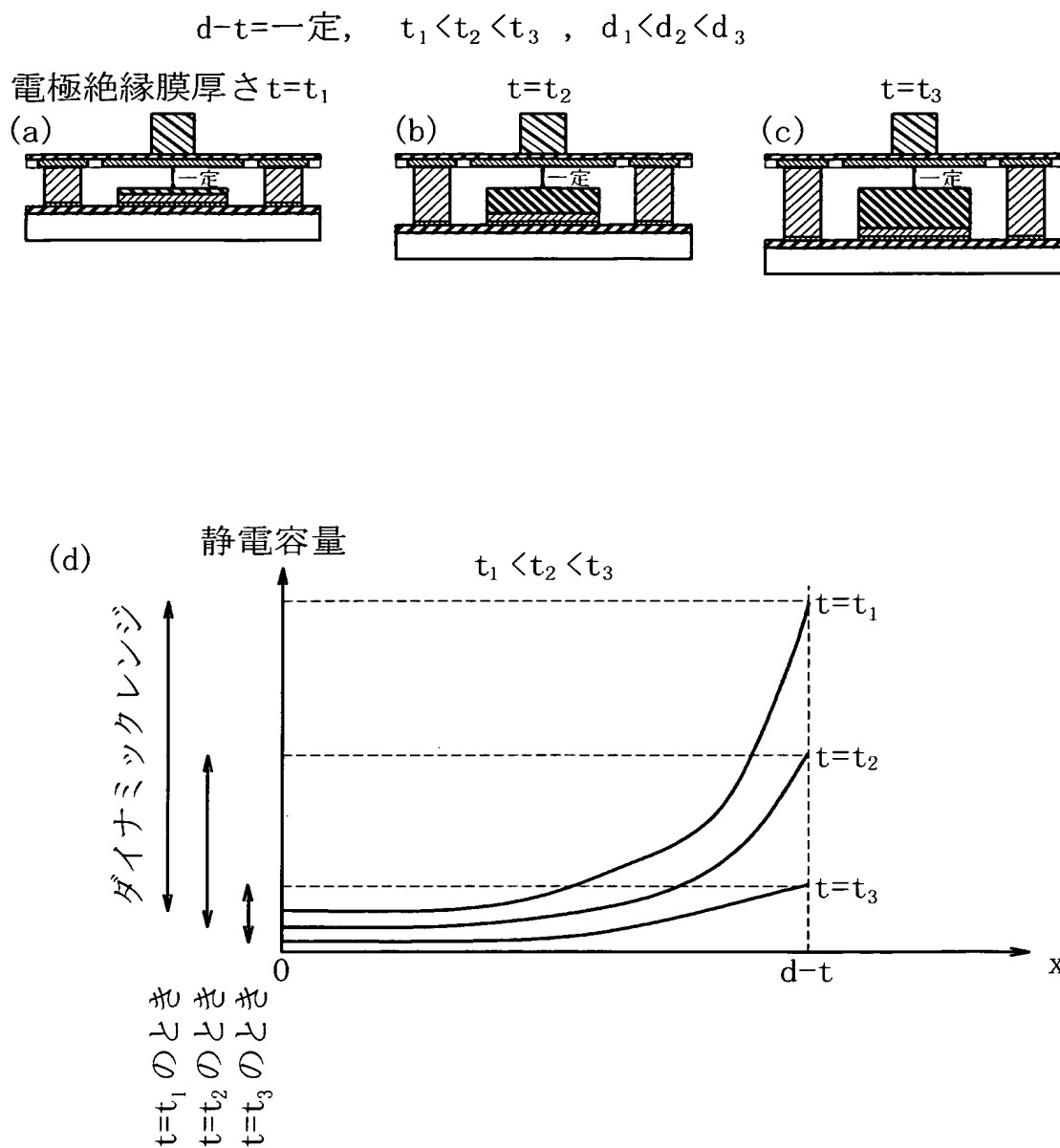
【図 6】



【図 7】

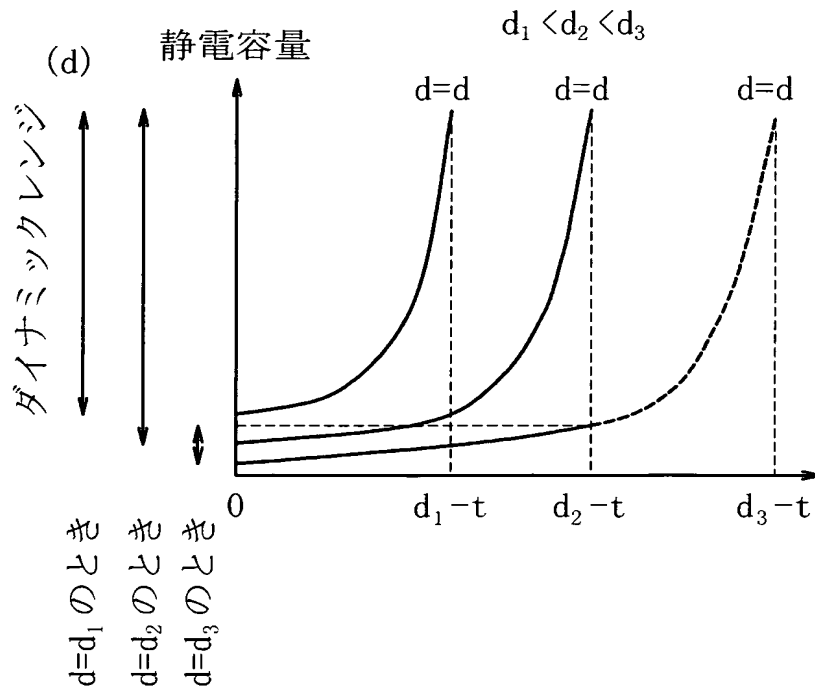
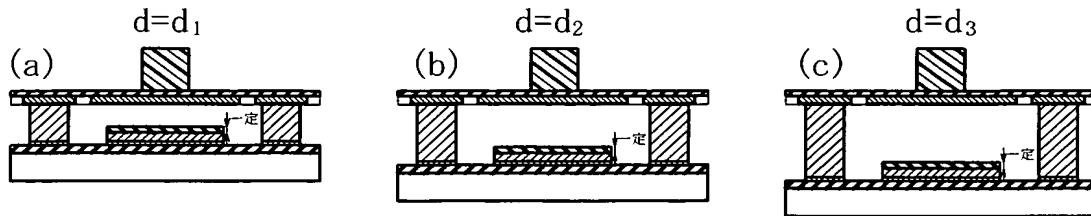


【図 8】



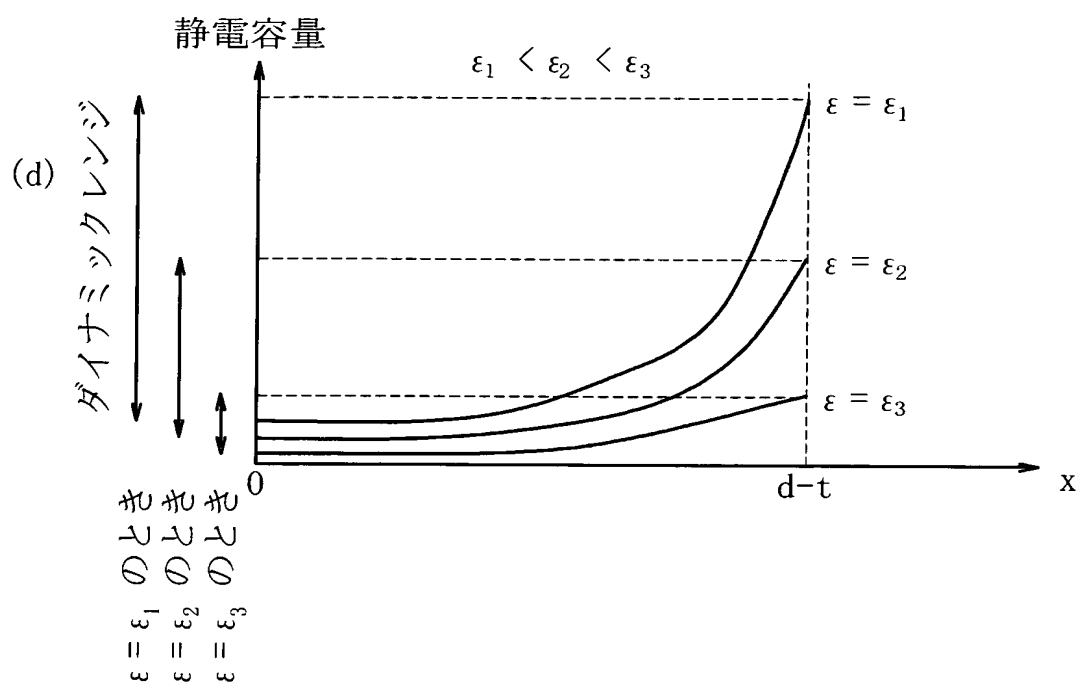
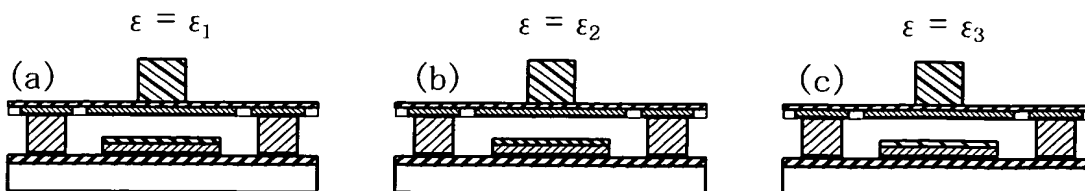
【図 9】

$t = \text{一定}, \quad d_1 < d_2 < d_3$
可動電極の弾性変形領域 $0 < x < d_2 - 1$

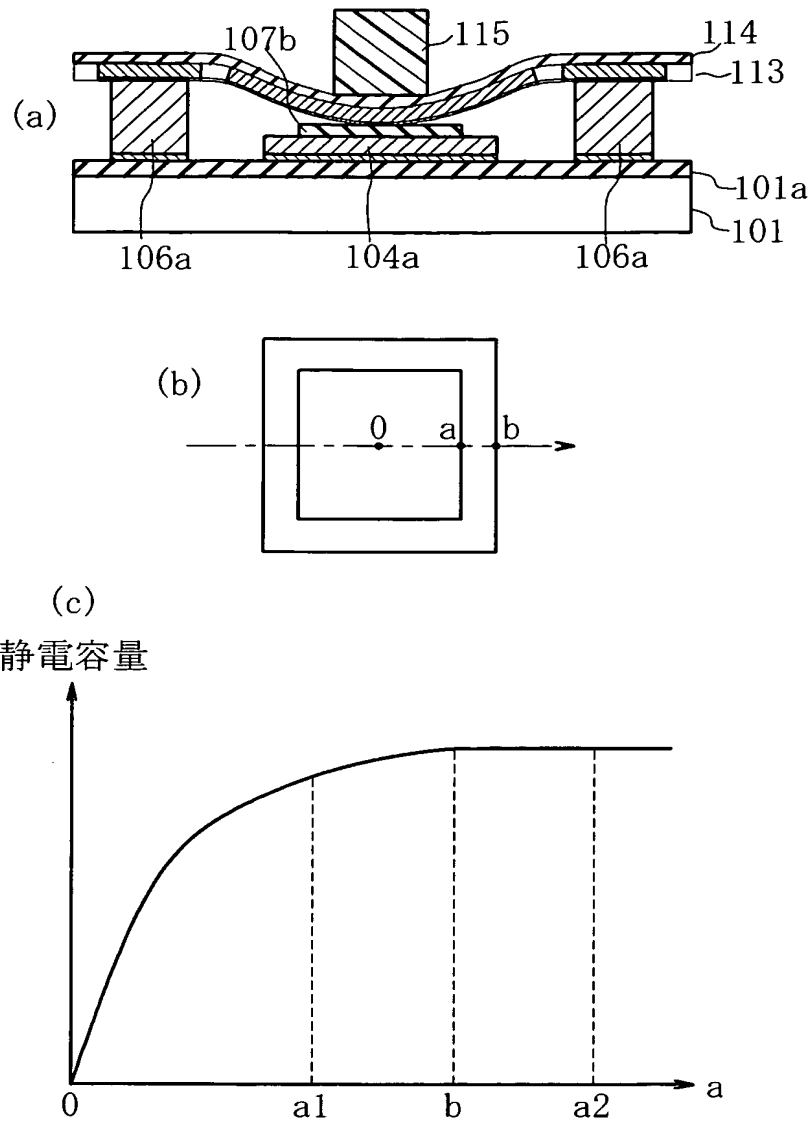


【図 10】

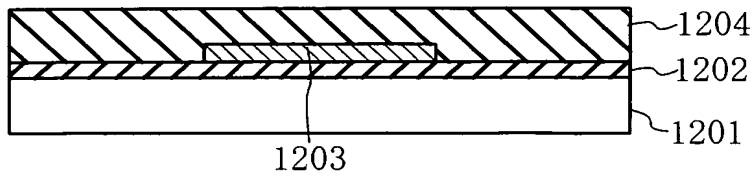
$t = \text{一定}, d = \text{一定} \quad \epsilon_1 < \epsilon_2 < \epsilon_3$



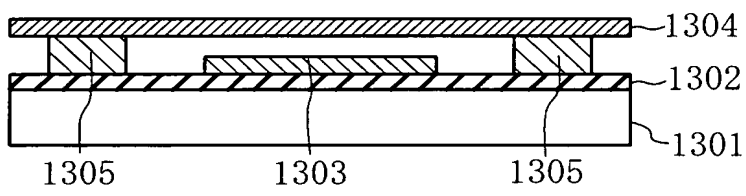
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安定性、感度、信頼性を考慮した表面形状認識用センサを提供する。

【解決手段】 絶縁膜 1 0 7 を 0. 1 μ m の厚さに形成し、この上のセンサ電極 1 0 4 a 上部領域に、センサ電極 1 0 4 a を全て覆うように膜厚 1 μ m 程度のレジストパターン 1 0 8 を形成し、これをマスクとして、絶縁膜 1 0 7 を選択的にエッチングし、センサ電極 1 0 4 a を覆う電極絶縁膜 1 0 7 a を形成する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 1 - 2 2 2 5 8 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 2 6]

1. 変更年月日 1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名 日本電信電話株式会社